

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-251824

(43) 公開日 平成5年(1993)9月28日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 S 3/18

H 0 1 L 21/205

// H 0 1 L 21/285

P 7738-4M

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平4-46975

(22) 出願日 平成4年(1992)3月4日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 渡辺 昌規

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 大林 健

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 佐々木 和明

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 梅田 勝

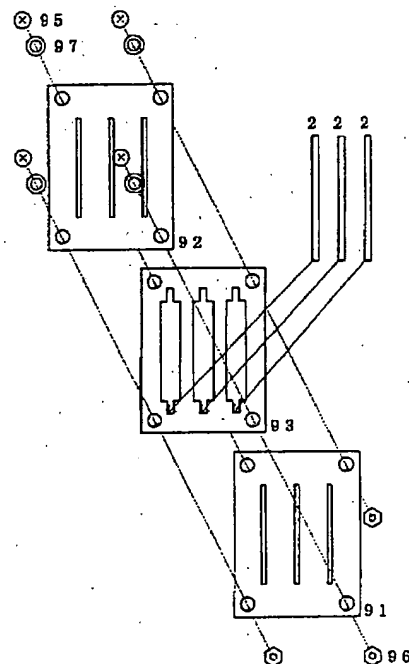
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体レーザの製造方法

(57) 【要約】

【目的】 劈開面成長窓構造半導体レーザの製造工程数を低減する。

【構成】 表面及び裏面の電極蒸着部に対応する開口部並びにバーと開口部との位置ずれを防止する支持部を設けた治具にバーを固定し、その状態で表面及び裏面の電極形成、必要に応じた熱処理を行い、電極形成工程終了後に治具からバーを取出す。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板上に活性層を含む発光領域を結晶成長させ、前記基板をバー状に劈開してレーザ光の出射端面を露出させ、前記出射端面に活性層よりも広いバンドギャップを有する半導体層を成長させた半導体レーザの製造方法において、

前記バーの表面および裏面に形成する電極蒸着部に対応する開口部および前記バーと前記開口部との位置ずれを防止する支持部を設けた治具にバーを固定し、その状態で表面および裏面の電極形成、および必要に応じて熱処理を行い、電極形成工程終了後に前記治具から前記バーを取り出すことを特徴とする半導体レーザの製造方法。

【請求項2】 前記治具は、少なくとも表面電極を形成するための開口部を有する第1のマスクと、裏面電極を形成するための開口部を有する第2のマスクと、前記両マスクを固定するための機構よりなることを特徴とする請求項1記載の半導体レーザの製造方法。

【請求項3】 前記治具は、少なくとも前記バーの端面近傍を覆うための第1の部品と、前記バーと前記部品を固定するための機構よりなることを特徴とする請求項1記載の半導体レーザの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体レーザ、特に光ディスク用、第2高調波発生用、固体レーザ励起用、レーザビームプリンタ用、光ファイバ増幅器励起用、光通信用、レーザ加工用、レーザ治療用などせに用いられる高出力半導体レーザの製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、小型、高効率、低価格といった利点を有する半導体レーザの実用化によって、従来レーザ光源の使用が困難であった一般産業機器、民生機器へのレーザ応用が進展している。このような多くの利点を有する半導体レーザをさらに高出力動作可能とすることにより、光ディスクの高速化、第2高調波あるいは固体レーザ光の効率的発生、レーザビームプリンタの高速化、光ファイバアンプを用いた光通信システムにおける中継距離の延長あるいは伝送速度の高速化、レーザ加工機あるいはレーザ治療機の大幅な小型化などの用途が期待されている。

【0003】しかし、半導体レーザの高出力動作時には、出射端面がその強い光密度のために破壊されてしまうという問題点を有していた。この点を克服するために、以下の方法が効果があることが知られている。

【0004】① 導波ストライプ幅を広げることによって端面の光密度を減少させる。

【0005】② 導波ストライプ幅に垂直な方向の光の広がりを大きくすることによって端面の光密度を減少させる。

【0006】③ 端面近傍に電流非注入領域を設ける。

【0007】④ 端面近傍に、内部の半導体結晶に対して格子整合し、活性層よりもバンドギャップの広い半導体層を設けることにより、端面に生じている界面準位を除去し、端面を光非吸収層とする。

【0008】これらの対策のいくつかを組み合わせたことにより、より一層の高出力化を図ることができる。

【0009】この中の④に当たる対策のうち、一旦光出射面（端面）を劈開あるいはエッチングによって形成し、その面上にごく薄く光非吸収層（以後窓層と呼ぶ）を形成する方法は、内部の導波光が出射面で反射されて再び導波路に結合する際の窓層での光拡散による損失がほとんどないため、効率が窓層のない場合に対してほとんど悪化しないという利点を有している。

## 【0010】

【発明が解決しようとする課題】端面に窓層を成長させる場合、結晶成長装置の汚染を防止するため、一般には電極形成前に窓層成長を行う。ところが窓層を形成する前に、光出射端面を露出させるため、先に劈開をしてウエハをバー状に分割する必要がある。そのためウエハ単位でなく、数がウエハ状態に比べて数十～数百倍に増えたバー状態で電極形成を行う必要がある。しかも、バーは幅が例えば400μmと非常に細いためハンドリングが厄介であり、さらにその細いバー幅ぎりぎり一杯に電極を形成せねばならず、しかも電極が端面に回り込むことは許されない。そしてこの電極形成工程は表面・裏面それぞれについて少なくとも各1回、通常各2回必要である。

【0011】バーに電極を形成する方法によってp型GaAs基板を用いた半導体レーザに電極を形成する手順を以下に示す。図10(a)に示すように、バーの両端を支持するための溝を形成したホルダー901にバー2を成長面が上になる様に挿入し、その上に図10(b)に示すようにバー幅よりも狭い開口部を有するマスク902を置き、ホルダー901とマスク902を動かさないように固定する。この状態のまま、真空蒸着機内にマスク102の開口部を下（蒸着源側）にして置き、AuGe/Ni表面（成長面）電極40を真空蒸着により形成する。マスク902・ホルダー901を取り出して両者を分離し、バーの上下を反転して再びホルダー901へ挿入・マスク902を固定後、AuZn裏面電極42を真空蒸着する。その後でバーを蒸着機・ホルダー901から取り出し、熱処理炉で10分間450℃に加熱する。再びホルダー901上にバー2を成長面が上になるように置いてマスク902を固定し、蒸着機にセットして、Mo/Au表面電極44を真空蒸着する。再びホルダー901内のバーの上下を反転した後、Al裏面電極46を真空蒸着する。この様にして、バーの両端面近傍以外の表面・裏面に電極を形成する。

【0012】このようにバー状態での電極形成は非常に繁雑であるため、劈開面に窓層成長を行った高出力半導

体レーザは高性能ではあるが非常に高価なものとなり、普及の大きな妨げとなっていた。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明では、以上の問題を解決するため、表面および裏面の電極蒸着部に対応する開口部、およびバーと開口部との位置ずれを防止する支持部を設けた治具にバーを固定し、その状態で表面および裏面の電極形成、および必要に応じて熱処理を行い、電極形成工程終了後に治具から各バーを取り出す。

【0014】

【作用】本発明によれば、バーに電極を形成する際、多数のバーを両面に開口部を有する治具に固定するため、治具全体をあたかもウエハの様に取り扱うことができる。そのため全電極形成工程における工程数のウエハプロセスに対する増加は、最初にバーを治具に挿入・固定する工程と、最後に治具からバーを取り出す工程だけになり、各電極工程間にバーを1本ずつ取り扱って電極形成を行う場合に比べて複雑さが大幅に減少する。

【0015】

【実施例】以下、実施例に基づいて本発明を詳細に説明する。

【0016】・実施例1

まず、半導体レーザ内部構造成長済ウエハ1を作製し（詳細は後述）、厚さ100 $\mu$ mにラッピングする。次に、このウエハをストライプ（レーザ発振導波路）と垂直方向に劈開して幅400 $\mu$ m・長さ12mmのバー2に分割し、レーザ構造成長面（表面）が上になるように適当な間隔を置いて並べ、有機金属気相成長法（MOCVD法）によって高抵抗 $\text{Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{As}$ 層30Aおよび30Bをそれぞれ前端面および後端面に0.2 $\mu$ m成長する。次にバーの前端面に $\text{Al}_2\text{O}_3$ 反射防止膜32、後端面に $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Si}/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Si}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 高反射率反射膜34を真空蒸着法によって形成する。この段階のバーの斜視図を図2に示す（内部構造は活性層16以外図示せず）。

【0017】この後で、図1に示すように、電極形成部に対応した幅380 $\mu$ m・長さ10mmの窓を開けた金属製マスク91と、バー2の両端を支持する長さ12.2mm×幅[410 $\mu$ m（両側1mmづつ）-1000 $\mu$ m（中間10.2mm）]の溝を有する金属製マスク93を位置合わせ・仮固定し、マスク93の溝にバー2を成長面が下になるように置き、電極形成部に対応した幅380 $\mu$ m・長さ10mmの窓を開けた金属製マスク92をマスク91・93に位置合わせして置き、ビス95・ナット96・ワッシャー97によって3つのマスクを固定する。この状態をマスクセットと呼ぶことにする。

【0018】マスク91が下になるようにマスクセットをベルジャー内に置き、表面（成長面）電極 $\text{AuGe}/\text{Ni40}$ を真空蒸着により形成する。マスクセットの上

下を反転して再びベルジャー内に置き、裏面電極 $\text{AuZn42}$ を真空蒸着する。その後でマスクセットごとバーを熱処理炉に入れ、10分間450℃に加熱する。さらにマスクセットをマスク91が下になるように置き、表面電極 $\text{Mo}/\text{Au44}$ を真空蒸着する。マスクセットの上下を反転して、裏面電極 $\text{Al46}$ を真空蒸着する。

【0019】ビス95・ナット96・ワッシャー97を外してマスク92を外し、各バー2を取り出す。バーをチップに分割し、チップを成長面が下になるようにステムにダイボンドし、裏面にリード線をワイヤボンドする。その後、窒素雰囲気中でウインド付キャップをシールする。

【0020】なおマスク91・92・93はステンレス製、厚さは100 $\mu$ mとした。マスク91・93は一旦圧着したあとは分解・再位置合わせする事なく再利用できる。マスク91・93は圧着でなくネジ止めで固定してもよい。この説明ではマスク91を表面電極用としたが、これを裏面電極用とし、裏面を下にしてバー2をマスク93に挿入してもよい。

【0021】本実施例では、反射膜形成後に電極形成するものとして説明したが、逆に電極形成後に反射膜形成としもよい。反射膜は前面と後面とで同一構成としもよい。さらに本窓構造では端面の劣化が十分抑えられているので、反射膜を設けなくても素子は長期に渡って十分安定に動作する。

【0022】本実施例において、3枚のマスクの位置合わせが完全な場合、バーの端面付近10 $\mu$ m $\pm$ 5 $\mu$ mの領域が電極非形成部となる。この程度の幅の非形成部によつては素子抵抗および電流-光出力特性は電極非形成部がない場合に比べてほとんど変わらない。

【0023】図3は、本実施例によって、作製された半導体レーザチップの断面図である。p型 $\text{GaAs}$ 基板10上にn型電流ブロック $\text{GaAs}$ 層12を成長し、エッチングによって基板10に達するV溝を形成する。その上にp型 $\text{Al}_{0.45}\text{Ga}_{0.55}\text{As}$ 第1クラッド層14、アンドープ $\text{Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{As}$ 活性層16、n型 $\text{Al}_{0.45}\text{Ga}_{0.55}\text{As}$ 第2クラッド層18、n型 $\text{GaAs}$ キャップ層20をLPE法によって成長した。

【0024】この半導体レーザは波長780nmで発振し、閾値電流は70mA、最大光出力は約320mWであった。

【0025】・実施例2

実施例2では、波長670nmで発振する $\text{InGaAlP}$ 系ブロードエリアレザの製造に本発明を適用した。

【0026】n型 $\text{GaAs}$ 基板110に後述する半導体レーザ内部構造を形成し、ウエハを厚さ100 $\mu$ mにラッピングした後、幅400 $\mu$ mのバー状に劈開し、バーの成長面が下になるように並べ、端面に $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.5}\text{Al}_{0.2})_{0.5}\text{P}$ 層130をMOCVD法により形成する。

【0027】このバーをマスク191・192に挿入する。図4(a)にマスク191・192にバーを挿入した内部の断面が分かるようにした位置関係説明図、図4(b)にマスク191の斜視図(手前は断面)を示す。マスク192も191と同じ構造である。このようにマスク191・192はバー挿入側が外側に比べて広い非対称な断面となっており、このためマスク191・192の周辺部でバーを固定することができる。マスク191・192はどちらも厚さは100 $\mu$ m、外側からの開口部が幅380 $\mu$ m・長さ10mm、バー挿入側からの開口部は長さ12.2mm・幅410 $\mu$ m(両端1mmづつ)・幅600 $\mu$ m(中間部)である。マスク191にバーを挿入し、マスク192をかぶせ、さらに図4(a)に示すサイドクリップ197で固定する。

【0028】以上のようにしてバーをセットしたマスクセットをスパッタ装置内に成長面が下になるように置き、成長面にAuZn電極141をスパッタで形成し、マスクセットを反転して裏面にAuGe/Ni電極143をスパッタで形成する。その後マスクセットごと450℃10分熱処理する。再びマスクセットをスパッタ装置内に成長面が下になるように置き、成長面にMo/Au電極144をスパッタで形成し、マスクセットを反転して裏面にAl電極146をスパッタで形成する。なお各スパッタにおいてターゲットは下置きとした。これを上置きとしてもよいが、その場合はスパッタを行う面が上になる様にマスクセットをスパッタ装置内に置く必要がある。

【0029】以上の後マスクセットのサイドクリップ197を外して各バーを取り出す。

【0030】バーを端面が揃うように並べ、前端面にSiO<sub>2</sub>反射防止膜132、後端面にSiO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub>高反射率膜134をそれぞれ形成する。その後各チップに分割しパッケージングする。

【0031】半導体レーザ内部の断面図を図5に示す。n型GaAs基板110にMOCVD法によって、n型In<sub>0.5</sub>Al<sub>0.5</sub>Pクラッド層112、アンドープIn<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>P活性層114、p型In<sub>0.5</sub>Al<sub>0.5</sub>Pクラッド層116、p型GaAsキャップ層118を形成する。続いて成長面全体にSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜120をCVD法で形成し、幅200 $\mu$ mのストライプ状に除去する。

【0032】本素子は、波長670nmで発振し、最大光出力は880mWが得られた。

#### 【0033】・実施例3

実施例3は基板にInPを用いた長波長レーザに本発明を適用した例である。内部半導体レーザの断面を図6に示す。n型InP基板210上にn型InPクラッド層212、アンドープIn<sub>0.54</sub>Ga<sub>0.46</sub>As<sub>0.98</sub>P<sub>0.02</sub>活性層214、p型InPクラッド層216をMOCVD法により形成し、ストライプ領域以外をエッチングで除

去し、さらにMOCVD法によってP型InP層218、n型InP層220でストライプ周囲を埋め込んだ構造をしている。このエビ済ウエハを劈開し、バーの端面および成長面上に高抵抗InP層230をMOCVD法によって形成する。続いて前端面にAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>保護膜232、後端面にAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Si/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>反射膜234を形成する。

【0034】電極形成に用いた治具290を図7に示す。この治具は、表面用マスク291・裏面用マスク292・バー支持用マスク293を圧着したものである。バー支持用マスク293は、バーの一方の端に対応する部分がテーパ状に開いており、ここからバーを入れる。図7に示すように治具290をバー入り口が上になるように立て、バーをこの入り口に軽く当てて放すことにより、バーの重さによって自動的にバーは支持マスク293に精度良くはめこまれる。バーが入り口からこぼれ落ちないように、フタ295で入り口を覆う。

【0035】この治具290を真空蒸着機内に成長面が下になるように置き、成長面にAuZn電極241を蒸着し、治具290を反転して裏面にAuGe/Ni電極243を蒸着する。その後治具290ごと450℃10分熱処理する。

【0036】以上の後治具290のフタ295を外して各バーを取り出す。

【0037】チップ分割、パッケージングを終えた素子は波長1.51 $\mu$ mで発振した。本素子は、長期信頼性が保証できる実用光出力として80mWが得られるので、無中継距離伝送に有利となる。

#### 【0038】・実施例4

実施例4はInGaAs歪量子井戸レーザに本製造方法を適用した例である。内部に歪量子井戸レーザ構造を成長させたウエハ301を厚さ100 $\mu$ mにラッピングし、幅300 $\mu$ mのバー302に劈開する。バー302の端面に、MBE法によって、窓層となるアンドープGaAs層330を形成する。

【0039】反射膜としては、前端面にSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜332、後端面にSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/Si/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/Si/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜334をCVD法で形成した。

【0040】電極形成は、図8(a)に示す電極蒸着治具390を用いて行った。これはバーの端面近傍を覆う部品394、バーおよび部品394の両端を支持する部品391・部品392と、弾性板395よりなる。部品391の枠に部品394とバー302を少し隙間をあけて図に示す向きに交互に置き、部品392を取り付けて、最後に弾性板395を押し付けて部品394とバー302間の隙間がなくなるように取り付ける。部品394は図8(b)に示すような断面を有しており、両端の突起A、Cで電極が端面に回り込むのを防ぐとともに、中央の小さい突起Bで端面の中央部と接触することにより、端面の端にある光出射部と接触しないようになって

7

いる。また部品394の端面は図8(c)に示すように部品391と接触する部分が削られており、バー302と部品394を共に部品391に載せたときに互いの位置が合うようになっている。

【0041】治具390に挿入した状態で、バーの成長面にAuZn電極341を形成し、治具を反転して裏面にAuGe/Ni電極343を形成する。治具ごとバーを450℃10分熱処理する。その後各チップに分割しパッケージングする。

【0042】本実施例に示した電極形成方式では、バー幅が幾らあっても同一の治具で作製できる。また電極非蒸着部の大きさは、部品394の突起A・Cと突起Bとの差L(図8(b))に応じてほぼ正確に決まる。本実施例では $L=10\mu\text{m}$ であるので、各バーの両端に $10\mu\text{m}$ づつ電極非蒸着部が形成される。

【0043】素子断面図を図9に示す。n型GaAs基板310にn型 $\text{Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{As}$ クラッド層312、混晶比 $x$ が徐々に0.5→0へ変化するn型 $\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_x\text{As}$ クラッド層314、厚さ $100\text{\AA}$ のアンドープ $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{As}$ 歪量子井戸活性層316、混晶比 $x$ が徐々に0→0.5へ変化するp型 $\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_x\text{As}$ クラッド層318、p型 $\text{Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{As}$ クラッド層320、p型GaAsキャップ層322をMBE法によって成長する。p型クラッド層320、p型キャップ層322を幅 $3\mu\text{m}$ のメサ形状となるようにエッチングし、p型キャップ層322の表面以外を $\text{Si}_3\text{N}_4$ 層324で覆う。ここで歪量子井戸活性層316に用いた $\text{InGaAs}$ は一般には基板と格子整合しないが、この実施例のように非常に膜厚が薄い場合、結晶が歪むことにより格子欠陥のない結晶成長をすることが可能である。

【0044】この半導体レーザは、発行波長が $0.98\mu\text{m}$ であるので、Erドープ・ファイバの励起光源に適している。また $\text{InGaAs}$ 層316の混晶比および膜厚を変化させることにより、波長 $0.9\sim 1.1\mu\text{m}$ の半導体レーザを作ることが可能である。

【0045】最大出力としては、 $120\text{mW}$ が得られた。

【0046】なお、実施例1～4に用いる治具の材料としては、高精度な加工が可能で、電極形成時に安定なものであれば特に限定されない。例えばステンレス鋼、真鍮、アルミニウムなどの金属材料、Si、GaAs、I

8

nPなどの半導体、AlN、BN、カーボンなどの誘電体を用いることができる。

【0047】

【発明の効果】本発明の半導体レーザの製造方法は、多数の劈開済みのバーをマスクで挟み込んで固定し、マスクに固定されたバー全体をウエハの様に扱って電極形成を行うため、各バーを個々に扱う場合と比べて工程の複雑さを大幅に低減でき、素子の価格の上昇を抑えることができる。

【0048】従って本発明は、非常に優れた特性を有する劈開面成長窓構造半導体レーザの普及、それを用いた各種機器の高性能化、低価格化に大いに役立つ。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施例による半導体レーザの製造法の説明図である。

【図2】第1の実施例による半導体レーザバーの構成を示す斜視図である。

【図3】第1の実施例に用いた半導体レーザの断面図である。

【図4】第2の実施例による半導体レーザの製造法の説明図である。

【図5】第2の実施例に用いた半導体レーザの断面図である。

【図6】第3の実施例に用いた半導体レーザの断面図である。

【図7】第3の実施例による半導体レーザの製造法の説明図である。

【図8】第4の実施例による半導体レーザの製造法の説明図である。

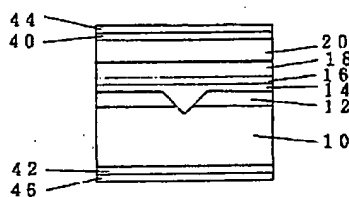
【図9】第4の実施例に用いた半導体レーザの断面図である。

【図10】従来例による半導体レーザの製造法の説明図である。

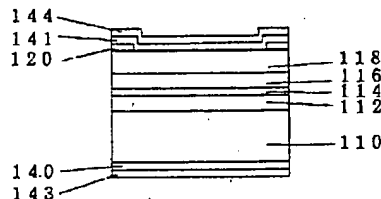
【符号の説明】

- 2 内部成長済バー
- 30A・30B 窓層
- 32, 34 反射膜
- 40・42・44・46 電極
- 91・92 電極形成用マスク
- 93 バー支持マスク

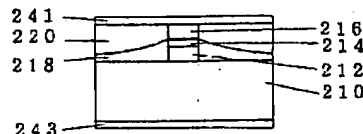
【図3】



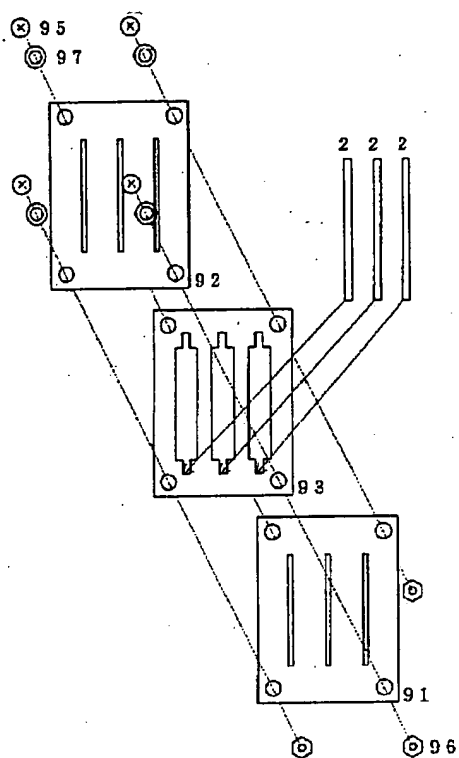
【図5】



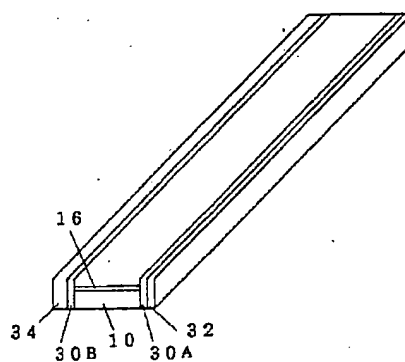
【図6】



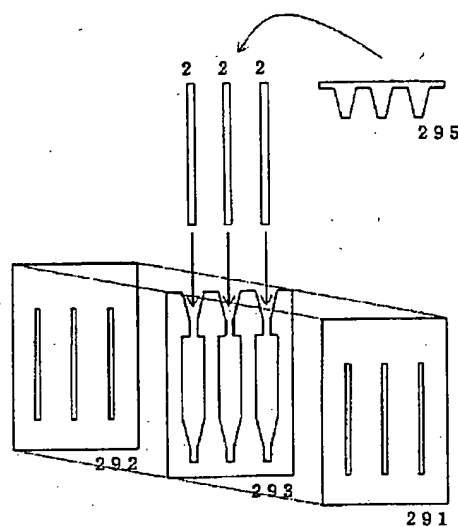
【図1】



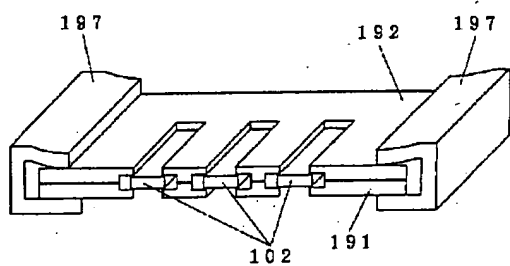
【図2】



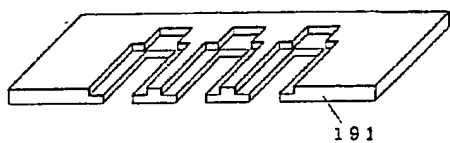
【図7】



【図4】

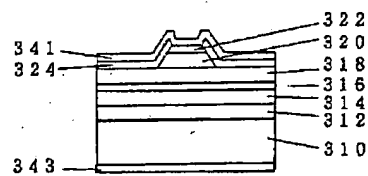


(a)

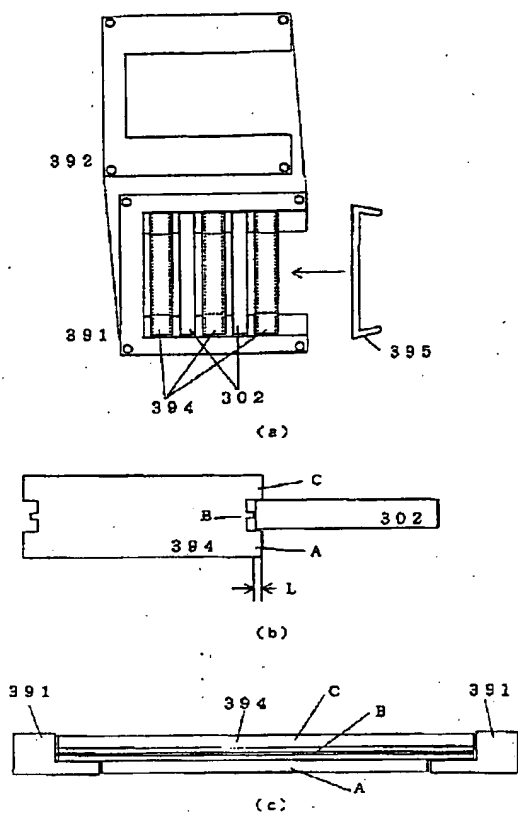


(b)

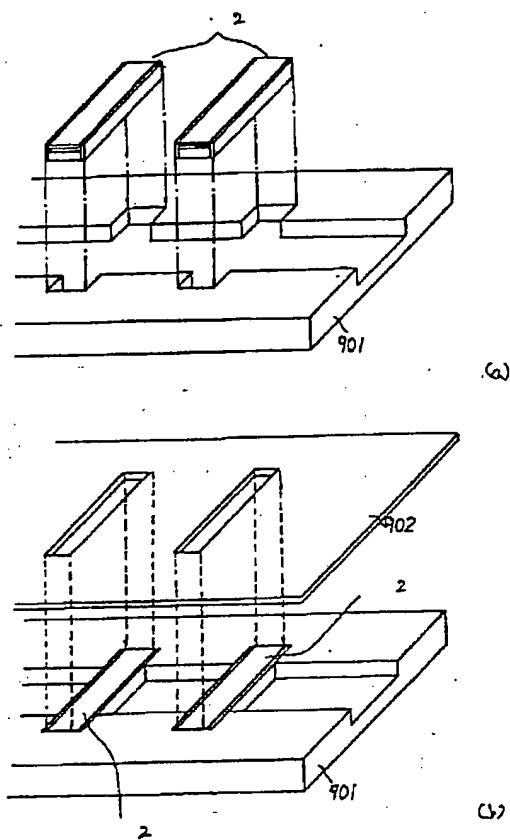
【図9】



【図8】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 山本 修

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ヤープ株式会社内